

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-112594

(43)Date of publication of application : 30.05.1986

(51)Int.Cl.

H02P 7/63

(21)Application number : 59-231316

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI KEIYO ENG CO LTD

(22)Date of filing : 05.11.1984

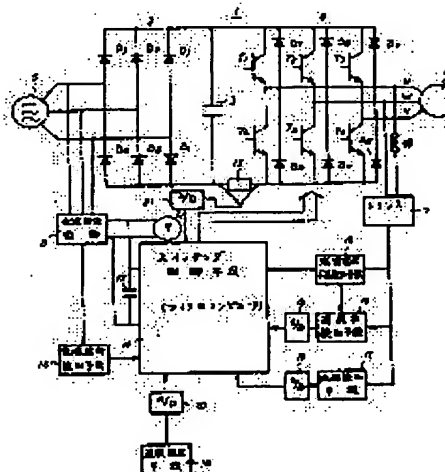
(72)Inventor : IBORI SATOSHI  
SHIMOZU TADAO  
YABU MASATOMO

## (54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING INDUCTION MOTOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To smoothly reenergize by obtaining the frequency of the remaining voltage during the step of interrupting the supply of power, and reenergizing in the frequency matched to the frequency.

CONSTITUTION: Switching control means 16 receives the outputs of frequency detecting means 10, remaining voltage insufficiency detecting means 12 and speed setting means 14, gradually increases an output voltage V1 to the magnitude in response to the frequency fm while holding the output frequency F1 of power converting means 4 when detecting the frequency fm by frequency detecting means, and an output frequency F1 and the output voltage V1 are gradually approached to the output of the speed setting means. The means 16 applies a voltage for generating the remaining voltage for prescribed time even after the power is interrupted to forcibly form the remaining voltage, and reenergizes in the frequency matched to the frequency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

- decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-112594

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)5月30日

H 02 P 7/63

H-7531-5H

審査請求 未請求 発明の数 3 (全10頁)

⑮ 発明の名称 誘導電動機の制御方法および制御装置

⑯ 特 願 昭59-231316

⑰ 出 願 昭59(1984)11月5日

⑱ 発 明 者 井 堀 敏 習志野市東習志野7丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内  
 ⑲ 発 明 者 下 津 忠 夫 習志野市東習志野7丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内  
 ⑳ 発 明 者 荻 雅 智 習志野市東習志野7丁目1番1号 日立京葉エンジニアリング株式会社内  
 ㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ㉒ 出 願 人 日立京葉エンジニアリング株式会社 習志野市東習志野7丁目1番1号  
 ㉓ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫

明 細 書

発明の名称

誘導電動機の制御方法および制御装置

特許請求の範囲

1. 慣性回転中の誘導電動機に、出力周波数  $F_1$ 、出力電圧  $V_1$  共に変えることができる電力変換手段から電力を供給し、前記誘導電動機を付勢する方法に於いて、以下の工程を有することを特徴とする誘導電動機の制御方法。
  - a. 前記電力変換手段の出力を前記誘導電動機に与えた状態で前記出力電圧  $V_1$  を所定値から、電力遮断後も前記誘導電動機が所定の時間  $T_a$  の間、所定値  $V_2$  以上の残留電圧を発生するに要する値まで次第に大きくする仮電力供給工程。
  - b. 前記仮電力供給工程のうち、前記電力変換手段から前記誘導電動機への電力供給を中断する電力供給中断工程。
  - c. 前記電力供給中断工程中で、電力供給を断つてから前記時間  $T_a$  内に前記誘導電動機の残

留電圧の周波数  $f_m$  を検知する残留電圧周波数検知工程。

- d. 前記残留電圧周波数検出工程で求めた残留電圧の周波数  $f_m$  に応じた周波数の電力を、前記電力変換手段から前記誘導電動機に供給する本電力供給工程。
2. 前記本電力供給工程では、前記残留電圧周波数検知工程で求めた残留電圧の周波数を  $f_m$ 、前記誘導電動機の定格周波数を  $F_r$ 、定格電圧を  $V_r$ 、 $V_r/F_r = C$  とするとき当初周波数が  $f_m$  で  $C \times f_m$  よりも低い電圧を前記誘導電動機に前記電力変換手段から供給し、その周波数は一定に保つた状態で電圧を  $C \times f_m$  に向けて、次第に高くすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の誘導電動機の制御方法。
3. 前記本電力供給工程では前記電力変換手段の出力設定周波数が  $F_s$ 、前記残留電圧周波数検知工程で求めた残留電圧の周波数を  $f_m$ 、前記誘導電動機の定格周波数を  $F_r$ 、定格電圧を  $V_r$ 、 $V_r/F_r = C$  とするとき、当初周波数が  $f_m$  で  $C \times$

- ( $f_m$ よりも低い電圧を前記誘導電動機に前記電力変換手段から供給し、その周波数は略一定に保つた状態で電圧を $C \times f_m$ に向けて次第に高くし、その後周波数を $F_0$ に向け、しかも電圧を周波数 $F_0$ に応じた値に次第に変えることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の誘導電動機の制御方法。
4. 前記残留電圧周波数検知工程では前記残留電圧の周波数と位相とを検出し、前記本電力供給工程では前記位相に合つた電力を前記電力変換手段から前記電動機に供給することを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第8項記載のいずれか1つの誘導電動機の制御方法。
5. 前記仮電力供給工程では前記出力周波数 $F_1$ も次第に大きくするようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第4項記載のいずれか1つの誘導電動機の制御方法。
6. 前記仮電力供給工程に於いて、前記出力周波数 $F_1$ と出力電圧 $V_1$ とは $V_1/F_1 = \text{一定}$ の条件を保ちながら、次第に大きくすることを特徴とする
10. 出力周波数 $F_1$ 及び出力電圧 $V_1$ 共に変えることができ、出力端子が誘導電動機に接続してある電力変換手段と、該誘導電動機の残留電圧の周波数を検知する周波数検知手段と、前記残留電圧が零か又は小さくて、前記周波数検知手段が周波数を検知できないことを出力する残留電圧不足検知手段と、前記誘導電動機の速度を設定する速度設定手段と、これ等周波数検知手段、残留電圧不足検知手段及び速度設定手段の出力を受け、前記周波数検知手段が周波数 $f_m$ を検知したときには前記電力変換手段の出力周波数 $F_1$ を $f_m$ に保ちながら、出力電圧 $V_1$ を前記周波数 $f_m$ に応じた大きさまで次第に高くし、その後、前記出力周波数 $F_1$ と出力電圧 $V_1$ とを、前記速度設定手段の出力に応じた順に次第に近づけ、前記残留電圧不足検知手段が、残留電圧の不足を示す信号を出しているときには前記電力変換手段の出力を前記誘導電動機に与えた状態で前記出力電圧 $V_1$ を所定値から、電力遮断後も前記誘導電動機が所定の時間 $T_a$ の間、所定値 $V_1$ 以上の残留電圧を発生するに促るまで共に大きくし、その後、前記電力変換手段から前記誘導電動機への電力供給を中断するスイッチング制御手段とから成る誘導電動機の制御装置。
11. 出力周波数 $F_1$ 及び出力電圧 $V_1$ を共に変えることができ、出力端子が誘導電動機に接続してある電力変換手段と、該誘導電動機の残留電圧の周波数を検知する周波数検知手段と、前記残留電圧の位相を検知する位相検知手段と、前記残留電圧が零か又は小さくて、前記周波数検知手段が周波数を検知できないことを出力する残留電圧不足検知手段と、前記誘導電動機の速度を設定する速度設定手段と、これ等周波数検知手段、位相検知手段、残留電圧不足検知手段及び速度設定手段の出力を受け、前記周波数検知手段が周波数 $f_m$ 、前記位相検知手段が位相 $\alpha$ を検知したときには、前記電力変換手段の出力の位相を $\alpha$ に合せ、出力周波数 $F_1$ を $f_m$ に保ちながら出力電圧 $V_1$ を前記周波数 $f_m$ に応じた大きさまで次第に高くし、その後、前記出力周波数
- 特許請求の範囲第5項記載の誘導電動機の制御方法。
7. 前記仮電力供給工程に於いて前記誘導電動機の定格周波数を $F_r$ 、定格電圧を $V_r$ とすると、前記出力周波数 $F_1$ と出力電圧 $V_1$ とは $V_1/F_1 = V_r/F_r$ の条件を保ちながら、次第に大きくすることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の誘導電動機の制御方法。
8. 前記仮電力供給工程に於いて、前記誘導電動機の定格周波数を $F_r$ 、定格電圧を $V_r$ とすると、出力周波数 $F_1$ と出力電圧 $V_1$ とは $F_1 = 0$ のとき $V_1 = \text{プラスの所定値}$ から前記 $F_r$ 、 $V_r$ に向けて次第に大きくすることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の誘導電動機の制御方法。
9. 前記残留電圧周波数検知工程では前記残留電圧の周波数と位相とを検出し、前記本電力供給工程では前記位相に合つた電力を前記電力変換手段から前記電動機に供給することを特徴とする特許請求の範囲第5項ないし第8項記載のいずれか1つの誘導電動機の制御方法。

$F_1$ と出力電圧  $V_1$ とを、前記速度設定手段の出力に応じた値に次第に近づけ、前記残留電圧不足検知手段が、残留電圧の不足を示す信号を出しているときには前記電力変換手段の出力を前記誘導電動機に与えた状態で前記出力電圧  $V_1$ を所定値から、電力遮断後も前記誘導電動機が所定の時間  $T_2$ の間、所定値  $V_1$ 以上の残留電圧を発生するに供するまで次第に大きくし、その後、前記電力変換手段から前記誘導電動機への電力供給を中断するスイッチング制御手段とから成る誘導電動機の制御装置。

#### 発明の詳細な説明

##### (発明の利用分野)

本発明は慣性回転中の誘導電動機に出力周波数  $F_1$ 出力電圧  $V_1$ 共に変えることができるインバータやサイクロコンバータのような電力変換手段から電力を供給し、再付勢する誘導電動機の制御方法および制御装置に関するものである。

##### (発明の背景)

慣性回転中の誘導電動機を再付勢する要求は瞬

時停電が発生した場合に生じる。

また商用電源で付勢していた慣性の大きな負荷を早く停止させるために、出力周波数、出力電圧共に変えることのできる電力変換手段からの付勢に接続換えし、回生制動をかけるような場合にも生じる。

このように慣性回転中の誘導電動機に残留電圧の周波数と大きく異なる周波数の電力を印加すると、電動機及び電力変換手段には大きな電流が流れる。この大きさの電流にも耐えられる電力変換手段は相当に高価なものになる。

そこで残留電圧の周波数を検知して、この周波数に電力変換手段から誘導電動機に印加する電力の初期周波数を合せ、再始動することが特開昭55-8250号公報に開示されている。

また一方では誘導電動機の回転速度を速度発電機で検出し、この速度発電機の出力から誘導電動機の残留電圧の周波数を想定しようとする提案が特開昭57-129198号公報で成されている。しかし誘導電動機に速度発電機を結合するためには、

$\omega$  は回転子角速度

$i_{10}$  は二次電流の初期値である。

上記(1)式に於いて負荷の慣性つまり  $GD^2$  は大きいけれども負荷そのものは小さいという条件下では回転角速度  $\omega$  は急速には下降しないから

$$V_m = V_{10} \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} \cdot e^{j\omega t} \dots\dots\dots (3)$$

となる。

但し  $V_{10}$  は一次側開放直後の一次側残留電圧の実効値である。

このときの残留電圧の波形  $U_m$  の周期は二次時定数  $T_2$  に大きく依存し、第1図に示すようにほぼ等しい周期で比較的長い時間かかつて減衰する。

一方負荷の  $GD^2$  は小さいが負荷そのものは大きいという条件下では残留電圧  $V_m$  は

$$V_m = V_{10} (\omega r) e^{-\frac{t}{T_1}} \cdot e^{j\omega t} \dots\dots\dots (4)$$

となる。

このときの残留電圧の波形  $U_m$  は第2図に示すようになり、周期も振幅も急激に変化し、比較的短時間のうちに減衰する。

以上の説明から明らかなように残留電圧の残留

誘導電動機の出力軸に特殊な加工をしなければならない。

この点残留電圧を直接検知する方式であれば誘導電動機にはなんら特殊な加工をすることなく制御回路上だけで対策がとれる。しかし、この方式の問題点は、慣性回転中であるにもかかわらず負荷の状態によつては残留電圧がごく短時間のうちに零になつてしまうことである。残留電圧がない場合でも慣性回転中の誘導電動機にむやみに交流電力を供給するとやはり大きな負荷電流が流れる。

さて、誘導電動機の一次側を開放（即ち電源断と等価）した場合、一次側の残留電圧  $V_m$  は

$$V_m = M \left( -\frac{1}{T_1} + j\omega \right) \cdot i_{10} \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} \cdot e^{j\omega t} \dots\dots\dots (1)$$

となる。

但し  $T_2$  は二次時定数で

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2} \dots\dots\dots (2)$$

であらわされる。

$M$  は一次と二次間の相互インダクタンス

$r_2$  は二次抵抗

$L_2$  は二次リアクタンス

時間は負荷の大きさ、負荷の慣性の大きさ、及び二次時定数の大きさに大きく左右される。そして仮に負荷が小さく、慣性が大きい場合でも二次時定数が短かければ停電時間の長さによつては誘導電動機が慣性で回転しているときでも残留電圧を検出することは不可能となる。

#### (発明の目的)

本発明はこのような点に鑑み成されたものであつて、その目的とするところは負荷の大小、慣性の大小および二次時定数の大小にかかわらず誘導電動機をスムーズに再付勢することができる制御方法および制御装置を提供することにある。

#### (発明の概要)

すなわち本発明では電力変換手段の出力を誘導電動機に与えた状態で、電力変換手段の出力電圧  $V_1$  を、所定値から、電力遮断後も誘導電動機が所定の時間  $T_a$  の間、所定値  $V_1$  以上の残留電圧を発生するに要する値まで、次第に大きくする仮電力供給工程を設ける。

この仮電力供給工程ののち、電力変換手段から誘

導電機へ電力供給を中断する電力供給中断工程を設け、この工程中で電力供給を断つてから前記時間  $T_a$  内に誘導電動機の残留電圧  $U_m$  の周波数  $f_m$  を検知する。そしてそのあとで本電力供給工程へと移行する。

ここで仮電力供給工程で電力変換手段の出力を誘導電動機に与えた状態で、出力電圧  $V_1$  を所定値から次第に大きくするという条件は特に大切である。過電流継電器を電力変換手段の逆変換器入力側に入れ、この過電流継電器が働く周波数と電圧とを求めてみた。それによると最初から 50 Hz で 70 V の電圧を誘導電動機に印加した場合には過電流継電器は動作しなかつたが最初から 50 Hz で 100 V の電圧を誘導電動機に印加した場合には過電流継電器は動作してしまつた。

これに対して本発明のように出力周波数  $F_1$  を 5 Hz から 15 Hz まで、出力電圧  $V_1$  を 20 から 60 V まで直線的に 0.04 Sec の間に次第に変化させた場合は過電流継電器は動作しなかつた。一般に残留電圧  $V_m$  の大きさは電源遮断時の周波

数を  $F_1$ 、出力電圧を  $V_1$  とすると

$$V_m \propto \frac{V_1}{F_1} \dots\dots\dots (5)$$

なる関係がある。

従つて仮電力供給工程で電力変換手段の出力を誘導電動機に与えた状態で、出力周波数  $F_1$  及び出力電圧  $V_1$  を所定値から共に次第に大きくすれば、最初から一定値の電圧を印加する場合に比べて電流を抑制しながら、残留電圧を大きくすることができるのである。

以上は制御方法であるが本発明制御装置は電力変換手段と周波数検知手段と、残留電圧不足検知手段と、速度設定手段と、スイッチング制御手段とを有している。

このうち電力変換手段は出力周波数、出力電圧共に変えることができるものであり、これの出力端子は誘導電動機に接続してある。この電力変換手段としてはインバータやサイクロコンバータを使用することができる。

周波数検知手段は誘導電動機の残留電圧の周波数を検知する。

残留電圧不足検知手段は、誘導電動機の残留電圧が、零か又は小さくて周波数検知手段が周波数を検知できないことを出力する。

速度設定手段は誘導電動機の運転したい速度を設定する。これにより出力周波数  $F_1$  が設定されると見ても良い。スイッチング制御手段は周波数検知手段、残留電圧不足検知手段及び速度設定手段の出力を受け、周波数検知手段が周波数  $f_m$  を検知したときには電力変換手段の出力周波数  $F_1$  を  $f_m$  に保ちながら出力電圧  $V_1$  を周波数  $f_m$  に応じた大きさまで次第に高くし、その後出力周波数  $F_1$  と出力電圧  $V_1$  とを速度設定手段の出力に次第に近づけるように構成する。

またスイッチング制御手段は残留電圧不足検知手段が残留電圧の不足を示す信号を出しているときには、電力変換手段の出力を誘導電動機に与えた状態で出力電圧  $V_1$  を所定値から、電力遮断後も誘導電動機が所定の時間  $T_a$  の間、所定値  $V_1$  以上の残留電圧を発生するに要するまで、共に次第に大きくし、その後電力変換手段から誘導電動機への

電力供給を中断するように構成する。

(発明の実施例)

第 3 図に於いて全体を 1 で示す電力変換手段は順変換器 2 と平滑用コンデンサ 3 と逆変換器 4 とで構成してある。順変換器 2 は 6 つのダイオード  $D_1 \sim D_6$  を三相ブリッジに接続して構成しており、その入力端子は三相交流電源 5 に接続してある。平滑用コンデンサ 3 は順変換器 2 の出力端子間に接続してある。逆変換器 4 は 6 個のトランジスタ  $T_1 \sim T_6$  を三相ブリッジに接続し、且つ夫々のトランジスタ  $T_1 \sim T_6$  に逆並列にフライホイール用ダイオード  $D_1 \sim D_6$  を接続して構成してある。この逆変換器 4 の出力端子は三相誘導電動機 6 に接続してある。7 は三相誘導電動機 6 の残留電圧を、三相誘導電動機 6 の一次側から絶縁して取り出すトランスである。このトランス 7 は全波整流回路 8 の、出力側に接続したオングエレタイマ 9 の付勢時閉路接点 9b を介して三相誘導電動機 6 の入力端子に接続してあり、停電時及び電源復帰後、例えば 2Sec の間だけ三相誘導電動機 6 の残留電

してこのスイッチング制御手段 16 の入力側には停電が発生しても約 100mSec の間はこの制御手段 16 が動作できるように電力を維持するコンデンサ 17 が接続してある。

さて制御手段 16 はマイクロコンピュータであり、これは周波数検知手段 10、速度設定手段 14 及びシャント抵抗 13 の出力を夫々アナログ・デジタル変換回路 18、19、20、21 を介し、更に残留電圧不足検知手段 12 及び電源遮断検知手段 15 から信号を受け、第 4 図に示すフローチャートのように動作する。

すなわち、いま三相誘導電動機 6 が三相交流電源 5 から電力変換手段 1 を介して電力を受け、速度設定手段 14 の設定に応じた速度で回転しているときにステップ 50 で電源遮断が発生すると、その情報は電源遮断検知手段 15 からスイッチング制御手段 16 にもたらされる。

これにより制御手段 16 は自から持つている図示しないタイミング信号発生回路の出力信号の計数を開始し、ステップ 51 に示すように遮断時間計

数を取り出すように構成し三相誘導電動機 6 を運転中の電力消費を極力小さくするようにしている。

10 はトランス 7 の出力周波数、つまり残留電圧の周波数  $f_m$  を検知する周波数検知手段、11 はトランス 7 の出力電圧の位相  $\alpha$  を検知する位相検知手段である。12 は残留電圧不足検知手段であつて、トランス 7 の出力が零であつたり、零であっても、その出力が小さくて、一定値に達してなく周波数検知手段 10 や位相検知手段 11 が周波数や位相を検知することが不可能であることを表わす信号を出力する。

13 は逆変換器 4 の入力電流を検出するためのシャント抵抗である。

14 は三相誘導電動機の運転速度を設定する速度設定手段である。

15 は全波整流回路 8 の出力が一定値以下になつたことにより三相交流電源 5 からの電源遮断を知らせる電源遮断検知手段である。

16 はスイッチング制御手段であり、これの制御に必要な電力は全波整流回路 8 から得ている。そ

数を開始する。

ステップ 52 では制御手段 16 は、電源遮断時間が  $t_1$  よりも長かつたかどうかを判断する。その結果、もし電源遮断時間が  $T_b$  よりも短かつた場合には、ステップ 53 へ移行し、そのまま運転を続行する。時間  $T_b$  は電源遮断が発生しても平滑用コンデンサ 3 が蓄えていた電力により三相誘導電動機 6 に電力を供給できる時間であり、平滑用コンデンサ 3 と三相誘導電動機 6 の容量とから適当な値を選択することになるが 10mSec $\sim$ 20mSec 程度に選択するが平滑用コンデンサ 3 を特別に大きくする必要がなく、適当であろう。

ステップ 52 で判定した結果、遮断時間が  $T_b$  に等しいか、これよりも経過した場合は、スイッチング制御手段 16 はステップ 54 へ移行し電源遮断検知手段 15 から信号を取り込んで、電源遮断が終了しているかどうかを判断する。その結果、電源遮断が終了していればステップ 55 へ移行し、ステップ 51 で行っている遮断時間の計数を終了させる。これにより三相誘導電動機 6 はなにごと

も起らなかったかのように運転を続行する。もしステップ 54 で判断した結果、電源遮断が終了してない場合にはステップ 56 へ移行し、スイッチング制御手段 16 はトランジスタ  $T_1 \sim T_6$  のすべてのベース信号を遮断する。

ステップ 56 でベース信号遮断後も、制御手段 16 はステップ 57 に示すように電源遮断検知手段 15 から信号を取り込み、電源遮断が終了したかどうかを判断する。その結果、電源遮断が終了してなければこの判断を一定時間間隔で繰り返し行う。もし電源遮断が終了していれば制御手段 16 はステップ 58 へ移行し残留電圧不足検知手段 12 から信号を取り込む。その結果残留電圧不足検知手段 12 が、残留電圧の大きさが充分であることを示す信号を出力しているときにはステップ 59 へ進み、不足していることを示す信号を出力しているときにはステップ 60 へ進む。

なお電源遮断が発生してから電源遮断が終了して更に 2 Sec の間はオフデレイタイマ 9 の接点 9b は閉状態に保たれ、残留電圧検知手段 12 による

や第 7 図に示すように出力周波数  $f_1$  の低い範囲で出力電圧に出力周波数が大きくなるにつれて、次第に小さくなるバイアスを加える場合もある。いずれにしてもステップ 62 では周波数検知手段 10 で検知した周波数  $f_m$  に対応する電圧  $V_m$  まで、逆変換器 4 の出力電圧が上昇したかどうかを判断し、もし  $V_m$  よりも低ければ更に電圧を上昇させ  $V_m$  に等しくなつたら次のステップ 63 へ進む。

ステップ 63 では、制御手段 16 は速度設定手段 14 からの信号を読み取りステップ 64 へ進む。ステップ 64 では制御手段 16 は、逆変換器 4 の出力が速度設定手段 14 で設定された速度に対応する周波数  $F_s$  及び電圧  $V_s$  になるように第 5 図～第 7 図に示した特性線に沿つて周波数  $F_1$  及び電圧  $V_1$  を制御する。

その後ステップ 65 へ進み、出力周波数  $F_1$  が  $F_s$  で、しかも出力電圧  $V_1$  が  $V_s$  になつたかどうかを比較し、 $F_1 \neq F_s$   $V_1 \neq V_s$  の場合は勿論  $F_1 = F_s$   $V_1 = V_s$  の場合もステップ 63 に戻り三相誘導電

機 6 の速度が速度設定手段 14 で設定された速度になるように制御を続ける。

さて、ステップ 59 ではスイッチング制御手段 16 は周波数検知手段 10 から残留電圧の周波数を読み取り、位相検知手段 11 からは残留電圧の位相を読み取る。そして逆変換器 4 から三相誘導電動機 6 に供給する電力の周波数が周波数検知手段 10 で検知した周波数  $f_m$ 、位相が位相検知手段 11 で検知した位相のに合致するように周波数及び位相を設定する。

ステップ 60 についてはあとで説明する。

スイッチング制御手段 16 はステップ 59 のあとステップ 61 へ進む。ステップ 61 では逆変換器 4 の出力周波数を  $f_m$  に保つたまま、出力電圧  $V_1$  を次第に高くする。

ところで三相誘導電動機 6 を、速度の変化にかかわらず出力が一定になるように制御する場合は第 5 図に示すように逆変換器 4 の出力周波数  $f_1$  対出力電圧  $V_1$  の比が一定になるように制御する。第 6 図

電動機 6 の速度が速度設定手段 14 で設定された速度になるように制御を続ける。

さて、第 8 図はステップ 60 へ進む場合のタイムチャートを示している。ここで A は電源遮断状況を示しており、電源 ON 状態にあつたものが時点  $t_1$  で電源遮断が生じ、その後時点  $t_2$  で再び電源 ON になつた状態を示している。

B は三相誘導電動機 6 の速度を表わしている。時点  $t_1$  で電源遮断が発生しても直ちに三相誘導電動機 6 の速度は低下しない。平滑用コンデンサ 3 から 10 ～ 20 mSec の間は電力が供給されるからである。その時点  $t_2$  が来ると、ステップ 52、54 で示したように電源は強制的に遮断されるから  $V_1$  で示す逆変換器 4 の出力電圧は零になり、これに伴つて  $F_1$  で示す周波数も零になる。また B で示す電動機 6 の速度も次第に低下する。

C は電動機 6 の誘起電力を表わしている。時点  $t_1$  で電源が遮断されたあとは残留電圧と呼ばれ、その大きさは第 1 図、第 2 図にも示したように次第に小さくなり、時点  $t_2$  でほぼ零になる。



第 8 図ではこの残留電圧がほぼ零になつてから時点  $t_4$  で電源がオン状態になつているので、ステップ 58 での判断の結果、当然にステップ 60 へ進む。

ステップ 60 では電力変換手段 1 の出力を誘導電動機 6 に与えた状態で、出力周波数  $F_1$  及び出力電圧  $V_1$  を所定値から、電力遮断後も誘導電動機 6 が所定の時間  $T_a$  の間、所定値  $V_1$  以上の残留電圧を発生するに要する値  $F_a$   $V_a$  まで共に次第に大きくする。

このステップ 60 に於いて、出力周波数  $F_1$  と出力電圧  $V_1$  とは  $V_1/F_1$  = 一定の条件を保ちながら次第に大きくする。

特に誘導電動機 6 の定格周波数を  $F_r$ 、定格電圧を  $V_r$  とするとき出力周波数  $F_1$  と出力電圧  $V_1$  とは  $V_1/F_1 = V_r/F_r$  の条件を保ちながら、つまり第 5 図に示した特性曲線に沿つて次第に大きくすることが望ましい。

あるいは出力周波数  $F_1$  と出力電圧  $V_1$  とは  $F_1 = 0$  のとき  $V_1$  = プラスの所定値から定格周波数  $F_r$ 、

6 への電力供給を断つ電力供給遮断工程を実行する。電力変換手段 1 からの電力供給遮断は、スイッチング制御手段 16 からトランジスタ  $T_1 \sim T_4$  へのベース信号を遮断することによつて行う。このベース信号遮断を行つた時間は、第 8 図には  $t_4 \sim t_7$  として示してある。このベース信号遮断を行つてから時間  $T_a$  の間にステップ 72 を実行する。ステップ 72 では残留電圧  $V_m$  が周波数検知手段 10、位相検知手段 11 が正常に動作するのに十分な大きさを持つているかを判断する。その結果もし充分であればステップ 59 へ戻る。

そしてこのときステップ 59 で実行するが残留電圧周波数検知工程であり、このステップ 59 では残留電圧位相検知も一掃に実行していることになる。この残留電圧周波数検知工程は第 8 図に示す時点  $t_4 \sim t_7$  の間で実行されることになる。

本電力供給工程はステップ 61 ~ 65 で行われる。第 8 図の時点  $t_7$  以降にこの時の状態が示されている。特に時点  $t_8 \sim t_9$  の間はステップ 63、64 及び 65 を実行した結果の状態を、時点  $t_9$  以降は定常

定格電圧  $V_r$  に向つて、つまり第 6 図、第 7 図に示した特性曲線に沿つて次第に大きくしても良い。

このとき初期周波数は零である必要はなく、例えば 3 ~ 5 Hz 程度であつても良い。また更に第 5 図 ~ 第 7 図に示した特性曲線を若干下方へ平行移動したような特性曲線上に沿わせて周波数  $F_1$  と電圧  $V_1$  とを次第に上昇させても良い。

なお、実験によれば  $T_a$  は 0.5 ~ 3 Sec  $V_a$  は 80 V 以上  $F_a$  15 Hz 以上が適当であることが分つた。

制御手段 16 はステップ 60 の次にステップ 70 へ進む。ここでは周波数  $F_1$  及び電圧  $V_1$  があらかじめ予定した予定値  $F_a$ 、 $V_a$  まで上昇したかどうかを判断する。

ステップ 60 と 70 とを合せたのが仮電力供給工程である。第 8 図の時点  $t_4 \sim t_9$  に示してある状態が仮電力供給工程に於ける状態である。ステップ 70 で、もし出力周波数  $F_1$ 、出力電圧  $V_1$  とも予定値  $F_a$ 、 $V_a$  に達していればステップ 71 へ進む。ステップ 71 では電力変換手段 1 から誘導電動機

運転状態になつた以降の状態を示している。

さてステップ 72 で残留電圧の大きさが不十分であると判断されたときには電動機 6 は停止していると判断し、スイッチング制御手段 16 は通常行われているように周波数と電圧とを第 5 図 ~ 第 6 図に示した関係を保ちながら次第に上昇させ、始動を行う。

なおステップ 70 で出力周波数  $F_1$ 、出力電圧  $V_1$  とも予定値  $F_a$ 、 $V_a$  よりも小さいと制御手段 16 が判断した場合には、ステップ 75 へ進み制御手段 16 はアナログ・デジタル変換器 21 の出力信号  $I_1$  を取り込む。その結果  $I_1$  が過電流検出レベル  $I_o$  よりも大きいとスイッチング制御手段 16 が判断したときにはステップ 71 へ進む。逆に小さいと判断したときには、ステップ 60 へ戻る。

仮電力供給工程を設けない場合には 300 rpm で慣性回転中の電動機をスムーズに再始動できなかつたが、以上のように仮電力供給工程を設けることにより 200 rpm で慣性回転中の電動機をスムーズに再始動できた。

残留電圧の検知にはトランス 7 に変えて第 9 図に示すようにホトカブラ PC1、PC2 を用いて残留電力の周波数と位相とを検知することができる。つまりホトカブラ PC1、PC2 の発光ダイオード 81、82 を逆並列に接続し、更にこれにコンデンサ 83 を並列に接続し抵抗 84 を介して三相誘導電動機 6 の相 V、W 間に接続する。一方ホトカブラ PC1、PC2 のホトトランジスタ 85、86 も並列に接続し、2 つの比較器 87、88 を介してフリップフロップ FF にかけると第 10 図に示すように残留電力  $U_m$  の周波数の 2 倍の周波数のパルス P が得られる。このパルスをカウンタ 89 に入力して計数する。このカウンタは発振器 90 から一定間隔毎にリセット信号を受けるから、図示しないゲート回路を通してリセットが成される直前の計数を読むことにより残留電圧の周波数を求めることができる。

フリップフロップ FF からの信号の位相を見て残留電圧の位相を知ることができる。またフリップフロップ FF からパルスが出ないときには残留電

力が不足しているか、零であることを知ることができる。フリップフロップ FF からのパルス数を増したい場合には三相誘導電動機 6 の各相間にホトカブラを設ければ良い。

なお  $R_1 \sim R_{10}$  は抵抗、97 はコンデンサである。端子  $P_1$  にはプラス電位が与えられる。

以上図示の実施例について説明したが本発明は以上の実施例に限定されるものではなく、種々の変更が可能である。例えばマイクロコンピュータを用いることなく制御手段を構成することができる。また仮電力供給工程に於いて、時間の経過と共に若干づつ出力周波数を増加させても良い。

#### (発明の効果)

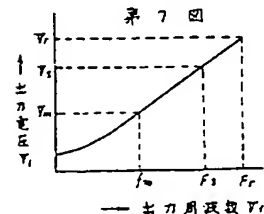
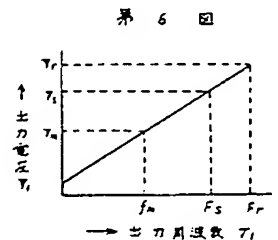
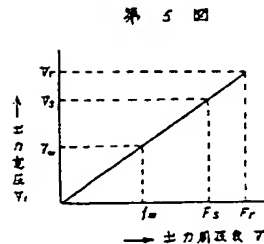
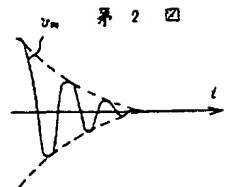
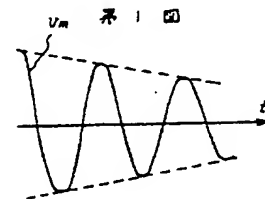
以上の説明から明らかなように本発明によれば慣性回転中の誘導電動機に残留電圧がなくても、この残留電圧を仮電力供給工程とこれに続く電力供給中断工程を設け、残留電圧を強制的に作り電力供給中断工程中に残留電圧の周波数を求めて、この周波数に合った周波数で再付勢を行うので初期の目的を達成できる効果がある。

#### 図面の簡単な説明

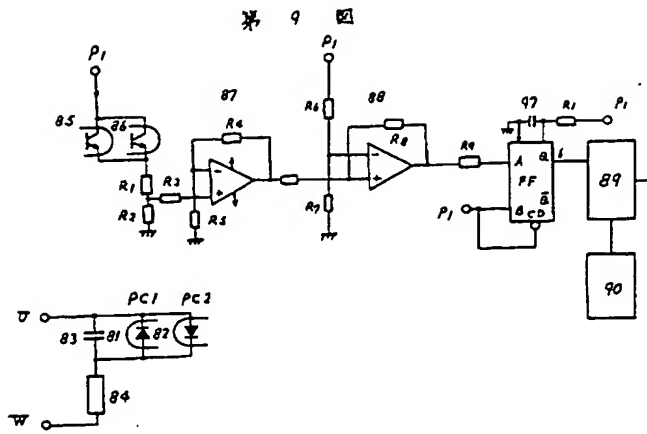
第 1 図、第 2 図は共に本発明の背景を説明するのに用いる残留電圧のタイムチャート、第 3 図は本発明制御装置の実施例を示す回路図、第 4 図(a)、(b)は本発明方法の実施例を示すフローチャート、第 5 図、第 6 図、第 7 図は電力変換手段の出力周波数対出力電圧特性の夫々異なる例を示す特性線図、第 8 図は本発明方法を実施した場合のタイムチャート、第 9 図は本発明装置の各部の異なる実施例を示す回路図、第 10 図は第 9 図に示した回路の動作を説明するのに用いるタイムチャートである。

1 は電力変換手段、10 は周波数検知手段、11 は位相検知手段、14 は速度設定手段、15 は電源遮断検知手段、16 は制御手段である。

代理人 井堀士 高 橋 明 夫







第 10 図

